

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-337945

(43)Date of publication of application : 28.11.2003

(51)Int.Cl.

G06T 7/00
G06F 17/30

(21)Application number : 2002-144843

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 20.05.2002

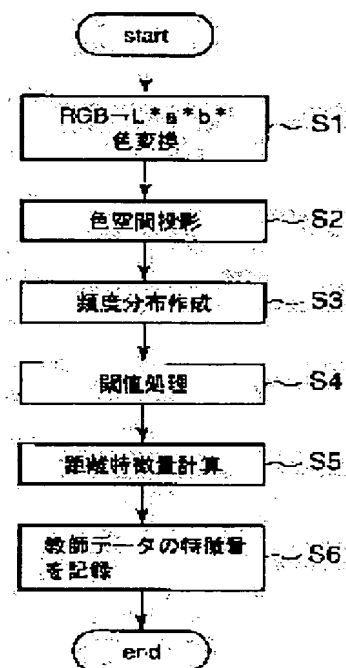
(72)Inventor : ARAI SATOSHI

(54) PROGRAM AND METHOD FOR IMAGE CLASSIFICATION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an image classification program which withstands luminance variation and luminance unevenness and efficiently reflects color information that an image has.

SOLUTION: The image classification program for classifying a color image enables a computer to have a function of generating a two-dimensional frequency distribution by projecting pixels on a plane perpendicular to a single axis provided in a color space, a function of finding feature parameters by processing the two-dimensional frequency distribution as specified at each specified angle from the origin of the plane as a center, and a function of classifying the color image by using the feature parameters.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.05.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-337945

(P2003-337945A)

(43) 公開日 平成15年11月28日 (2003. 11. 28)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト* (参考)
G 0 6 T 7/00	1 0 0	G 0 6 T 7/00	1 0 0 A 5 B 0 7 5
	3 0 0		1 0 0 D 5 L 0 9 6
	3 5 0		3 0 0 F
G 0 6 F 17/30	1 7 0	G 0 6 F 17/30	3 5 0 A
			1 7 0 B

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-144843 (P2002-144843)

(22) 出願日 平成14年5月20日 (2002. 5. 20)

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 荒井 敏

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外4名)

Fターム (参考) 5B075 ND06 NR12 UU29

5L096 AA02 AA06 FA32 FA33 FA35

GA40 GA41 HA13 JA03 JA11

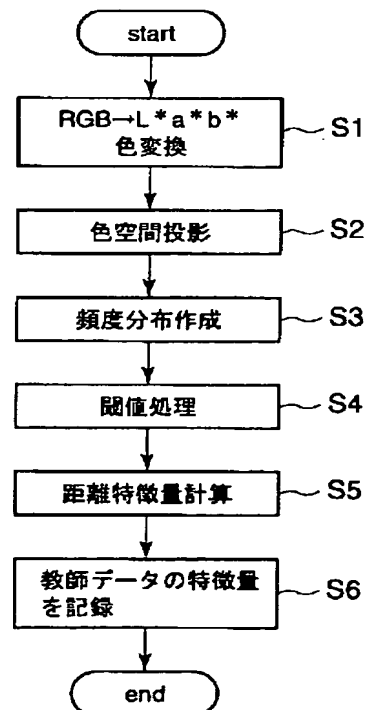
MA07

(54) 【発明の名称】 画像分類プログラム及び画像分類方法

(57) 【要約】

【課題】 輝度変動や輝度ムラに対して頑強で、画像の持つ色情報を効率良く反映する画像分類プログラムを提供する。

【解決手段】 カラー画像を分類するための画像分類プログラムであって、コンピュータに、色空間内に設けられた単一の軸に垂直な平面に画素を投影して2次元頻度分布を作成する機能と、前記2次元頻度分布に対して前記平面の原点を中心とした所定の角度毎に所定の処理を施して特徴量を求める機能と、前記特徴量を用いてカラー画像を分類する機能とを実現させる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 カラー画像を分類するための画像分類プログラムであって、コンピュータに、色空間内に設けられた単一の軸に垂直な平面に画素を投影して 2 次元頻度分布を作成する機能と、前記 2 次元頻度分布に対して前記平面の原点を中心とした所定の角度毎に所定の処理を施して特徴量を求める機能と、前記特徴量を用いてカラー画像を分類する機能と、を実現させることを特徴とする画像分類プログラム。

【請求項 2】 前記軸は、輝度、彩度、色相を有する表色系における輝度軸であることを特徴とする請求項 1 記載の画像分類プログラム。

【請求項 3】 前記表色系は $L^* a^* b^*$ 表色系であり、前記輝度軸は L^* 軸であることを特徴とする請求項 2 記載の画像分類プログラム。

【請求項 4】 前記カラー画像は RGB 画像であり、前記軸は、 $R=G=B$ なる直線であることを特徴とする請求項 1 記載の画像分類プログラム。

【請求項 5】 前記軸は、前記色空間における画素を多変量変数と見なして主成分分析を行なった場合の第 1 主成分であることを特徴とする請求項 1 記載の画像分類プログラム。

【請求項 6】 前記特徴量は、前記 2 次元頻度分布を所定の閾値で 2 値化した後、前記平面の原点から最も遠い投影点までの前記角度毎の距離を求め、それを前記角度毎に列挙したものであることを特徴とする請求項 1 記載の画像分類プログラム。

【請求項 7】 前記特徴量は、前記 2 次元頻度分布を前記角度毎に区切ったときにできる扇形の区間毎に頻度分布の総和を求め、それを前記角度毎に列挙したものであることを特徴とする請求項 1 記載の画像分類プログラム。

【請求項 8】 前記画像分類は、教師付き画像分類であることを特徴とする請求項 1～7 のいずれか 1 つに記載の画像分類プログラム。

【請求項 9】 前記画像分類は、教師無し画像分類であることを特徴とする請求項 1～7 のいずれか 1 つに記載の画像分類プログラム。

【請求項 10】 カラー画像を分類するための画像分類方法であって、色空間内に設けられた単一の軸に垂直な平面に画素を投影して 2 次元頻度分布を作成するステップと、前記 2 次元頻度分布に対して前記平面の原点を中心とした所定の角度毎に所定の処理を施して特徴量を求めるステップと、前記特徴量を用いてカラー画像を分類するステップと、を具備することを特徴とする画像分類方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、画像に含まれる色情報を用いて画像を分類する画像分類プログラム及び画像分類方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、画像を画素の色情報に基いて分類する手法としては、平均や分散等の統計量を用いる方法や、ヒストグラムを比較する方法等が知られている。これらの方法は実装が容易であるが、分類精度は不十分であると見做されており、分類精度を改善する為に様々な手法が提案されてきた。

【0003】 特開平 11-096364 号公報では、画像に含まれる色を H L S 表色系に変換した後、予め定めた複数の色グループに分類する。更に各色グループの代表色（平均）と占有率を統計的に求め、これを画像の持つ色特徴量として画像間の類似性を判定している。

【0004】 また、特開平 11-353319 号公報では、画像を複数のブロックに分割した後、各ブロックにおける RGB 各成分のヒストグラムを求めている。加えて、この色ヒストグラムを特徴量の一つとして画像の類似度を判定する手法が開示されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 従来の技術として例示した分類方法は、対象とする画像が人物画像や風景画像等の日常的な光景を写したものである場合には効果的に作用する。しかし、光学顕微鏡とカメラによって撮影した病理標本画像の場合には、以下の点で条件が異なっている。

【0006】 第一に、病理標本画像は照明ムラや標本自身のバラつきによる輝度変動が大きい事が挙げられる。これは、細胞切片という比較的個体差の大きい物体を観察対象としている事に起因する。画像全体の明るさの変動は、自動露出補正等の技術を用いる事で程度を軽減させる事が出来るが、画像内での部分的な輝度変動には対応できない。予め照明光を背景画像として撮影しておき、シェーディング補正を行う方法も考えられるが、標本自体のバラつきに起因する輝度ムラに対処する事は困難である。従って、病理標本画像を分類する際には、輝度変動に対して特別の配慮が必要である。

【0007】 第二に、プレパラート上に固定された組織切片を透過照明で観察するという形式上、照明光がそのまま白画素として撮影され、時に画像中の画素の大部分が白画素となる事が挙げられる。このような白画素は本来観察すべき標本とは関係が無く、興味の対象とはなり得ないのであるが、数量的には無視できない存在である。従って、分類に際しては、白画素の影響を排除できるような手法を採る必要がある。

【0008】 このような条件が課せられる為、病理標本画像を分類する際には従来の技術として例示した手法等では高い分類精度を得る事が出来ない。更に、病理標本は個体差が大きい為、位置や形状を厳密に比較する事は

重要ではなく、寧ろ色情報の類似性が重要な比較項目となる。

【0009】本発明はこのような課題に着目してなされたものであり、その目的とするところは、輝度変動や輝度ムラに対して頑強で、画像の持つ色情報を効率良く反映することが可能な画像分類プログラム及び画像分類方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、第1の発明に係る画像分類プログラムは、カラー画像を分類するための画像分類プログラムであって、コンピュータに、色空間内に設けられた単一の軸に垂直な平面に画素を投影して2次元頻度分布を作成する機能と、前記2次元頻度分布に対して前記平面の原点を中心とした所定の角度毎に所定の処理を施して特徴量を求める機能と、前記求めた特徴量を用いてカラー画像を分類する機能とを実現させる。

【0011】また、第2の発明は、第1の発明の画像分類プログラムに係わり、前記軸は、輝度、彩度、色相を有する表色系における輝度軸である。

【0012】また、第3の発明は、第2の発明の画像分類プログラムに係わり、前記表色系は $L^* a^* b^*$ 表色系であり、前記輝度軸は L^* 軸である。

【0013】また、第4の発明は、第1の発明の画像分類プログラムに係わり、前記カラー画像はRGB画像であり、前記軸は、 $R=G=B$ なる直線である。

【0014】また、第5の発明は、第1の発明の画像分類プログラムに係わり、前記軸は、前記色空間における画素を多変量変数と見なして主成分分析を行なった場合の第1主成分である。

【0015】また、第6の発明は、第1の発明の画像分類プログラムに係わり、前記特徴量は、前記2次元頻度分布を所定の閾値で2値化した後、前記平面の原点から最も遠い投影点までの前記角度毎の距離を求め、それを前記角度毎に列挙したものである。

【0016】また、第7の発明は、第1の発明の画像分類プログラムに係わり、前記特徴量は、前記2次元頻度

分布を前記角度毎に区切ったときにできる扇形の区間毎に頻度分布の総和を求め、それを前記角度毎に列挙したものである。

【0017】また、第8の発明は、第1～第7のいずれか1つの発明の画像分類プログラムに係わり、前記画像分類は、教師付き画像分類である。

【0018】また、第9の発明は、第1～第7のいずれか1つの発明の画像分類プログラムに係わり、前記画像分類は、教師無し画像分類である。

10 【0019】また、第10の発明は、カラー画像を分類するための画像分類方法であって、色空間内に設けられた単一の軸に垂直な平面に画素を投影して2次元頻度分布を作成するステップと、前記2次元頻度分布に対して前記平面の原点を中心とした所定の角度毎に所定の処理を施して特徴量を求めるステップと、前記特徴量を用いてカラー画像を分類するステップとを具備する。

【0020】

【発明の実施の形態】（第1実施形態）以下に、図面を参照して本発明の第1実施形態を詳細に説明する。第1
20 実施形態は、テスト画像が与えられた時、それが予め分類された複数の画像グループのうち、どのグループの画像に最も類似しているかを決定するものである。ここでは対象画像として各画素がR、G、Bの3成分からなるカラー画像を用い、R、G、Bの各成分値は独立に0から255までの整数値を取るものとする。また、画像の幅を W_1 画素、高さを H_1 画素とする。

【0021】処理の第一段階は、既にグループに分類されている複数の画像から各特徴量を抽出し、教師データとして記録することである。図1はこのときの手順を示している。
30

【0022】まず、画像の表色系をRGB色空間からCIE 1976 (L^* , a^* , b^*) 空間に変換する(ステップS1)。この変換は、以下の式(1)及び(2)に従って、XYZ表色系を経由しながら行う。

【0023】

【数1】

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.6067 & 0.1736 & 0.2001 \\ 0.2988 & 0.5868 & 0.1144 \\ 0 & 0.0661 & 1.1150 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} L^* &= 116 \left(\frac{Y}{Y_0} \right)^{\frac{1}{3}} - 16 \\ a^* &= 500 \left[\left(\frac{X}{X_0} \right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{Y}{Y_0} \right)^{\frac{1}{3}} \right] \\ b^* &= 200 \left[\left(\frac{Y}{Y_0} \right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{Z}{Z_0} \right)^{\frac{1}{3}} \right] \end{aligned} \quad (2)$$

ここで X_0 , Y_0 , Z_0 は、それぞれ X , Y , Z の取り得る最大値を表す。

【0024】次に、以下の式(3)で示される平面 P_1

$$P_1 : L^* = 0$$

ここで、 $L^* a^* b^*$ 空間の定義より、 L^* は輝度を表わす軸に対応しており、 P_1 は L^* 軸に垂直であるから、輝度軸にも垂直である。対象画像の画素の $L^* a^* b^*$ 色空間における色座標を (m, a, b) とした時、この点を平面 P_1 上の点 (a, b) に投影する(ステップS2)。図3は、この平面 P_1 への投影を表わしている。

【0026】平面 P_1 上の各点について投影された点数を集計して頻度分布を作成する(ステップS3)。これ

$$t_1 = W_1 \times H_1 \times \alpha_1$$

ここで α_1 は係数であり、用途に応じて予め適切な値を選択しておく。

【0029】ここまでの処理により、平面 P_1 上には図5に示すような対象画像の色分布に応じた2値画像が形成されている。

【0030】次に、平面 P_1 において a^* 軸を基準とした所定の角度方向 $\theta_1[i]$ 毎に、原点から最も離れた非零画素までの距離 $d_1[i]$ を求める(図6参照)。この時、

$$\theta_1[i] = \Delta \theta_1 \times i$$

本実施の形態では $\Delta \theta_1$ を1度とし、 $i = 1, 2, \dots, 360$ の範囲で $d_1[i]$ を計算する。

【0033】求めた $d_1[i]$ を要素とするベクトルを作成し、これを特徴ベクトルとする(式(6)参照、ステッ

$$(d_1[1], d_1[2], \dots, d_1[360])$$

この特徴量及び画像との関連を教師データとして記録し(ステップS6)、処理の第一段階(教師データの記録)を完了する。

【0035】次に、処理の第二段階は、テスト画像に最も類似した画像グループを決定することである。図2はこのときの手順を示している。

【0036】まず、テスト画像についても教師データの場合と同様の手順により特徴ベクトル u を算出する(ス

$$(u - \mu)^T \Sigma^{-1} (u - \mu)$$

最後に、テスト画像はマハラノビス距離が最も小さい画像グループに類似していると判定し(ステップS17)、類似判定処理を完了する。

【0039】本実施の形態に記載の手法では、画像の持つ輝度情報を特徴量に含まない為、輝度変動や輝度ムラに対して極めて頑強である。また、量子化された各色相方向の最大彩度を特徴として用いている為、無彩色である照明光の影響を排除し、画像の持つ色情報を適切に反映させた分類結果を得る事が出来る。

【0040】(第2実施形態)以下に、図面を参照して本発明の第2実施形態を詳細に説明する。第2実施形態

$$P_2 : R + G + B = 0$$

平面 P_2 は、RGB色空間の原点 $(0, 0, 0)$ を通り、2点 $(0, 0, 0)$, $(255, 255, 255)$

を考える。

【0025】

(3)

により図4に示すような2次元的な頻度分布が得られる。

【0027】次に、平面 P_1 上の2次元頻度分布に閾値処理(ステップS4)を行い、頻度が閾値より大きな点に1、閾値以下の点には0の値を与える。但し、閾値 t_1 は以下の式(4)に基づいて決定されるものとする。

【0028】

(4)

$L^* a^* b^*$ 空間の定義より、原点を中心とした円周方向は色相に対応しており、原点から最も離れた非零画素は、各色相方向における彩度が最大の点に対応している。従って距離 $d_1[i]$ を計算する事は、各色相方向の最大彩度を求める事に相当する。

【0031】角度方向の指定には以下の式(5)を用いる。

【0032】

(5)

プS5)。本実施の形態では特徴ベクトルは360次元となる。

【0034】

(6)

テップS11~S15)。

【0037】次に、各画像グループについて特徴ベクトルの平均 μ と共分散行列 Σ を求め(ステップS18)、これを基にテスト画像と各画像グループとの距離を評価する。距離の評価にはマハラノビス距離(式(7))を使用する(ステップS16)。

【0038】

(7)

は、処理の対象となる複数の画像を、教師情報を用いずに複数のグループに分類するものである。図7は、第2実施形態の処理の手順を示している。ここでは対象画像として各画素がR, G, Bの3成分からなるカラー画像を用い、R, G, Bの各成分値は独立に0から255までの整数値を取るものとする。また、画像の幅を W_2 画素、高さを H_2 画素とする。

【0041】まず、RGB色空間において以下の式(8)で表される平面 P_2 を考える。

【0042】

(8)

を通る直線に垂直である(図8参照)。

【0043】次に、対象画像に含まれる全ての画素につ

いて RGB 色空間から平面 P_2 への投影を行う (ステップ S 21)。この投影は、R 軸の像を x_1 軸、それに直交する軸を x_2 軸とした場合 (図示せず)、以下の式

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 \\ 0 & \sqrt{3} & -\sqrt{3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

【0045】ここで、図 8 に示す 2 点 (0, 0, 0) - (255, 255, 255) を結ぶ線分に着目すると、この線分上には無彩色のみが輝度の順に配置されている。本実施の形態ではこの線分を RGB 色空間における輝度軸と見なす。

【0046】このように考えると、輝度軸から離れる方向に彩度が大きくなり、輝度軸を周回する方向に色相が変化する為、RGB 色空間を輝度・彩度・色相空間として扱う事が出来る。

【0047】従って、本実施の形態における変換 (式 9) は、第 1 実施形態における表色系の変換と投影に相当する処理を同時に行っている。加えて、表色系の変換の際に指数演算を必要としない為、第 1 実施形態と比較

$$t_2 = W_2 \times H_2 \times \alpha_2$$

ここで α_2 は係数であり、用途に応じて予め適切な値を設定しておく。

【0051】ここまでの処理により、平面 P_2 上には対象画像の色分布に応じた 2 値画像が形成されている。

【0052】次に、平面 P_2 において R' 軸を基準とした所定の角度方向 $\theta_{2[i]}$ 毎に、原点から最も離れた非零画素までの距離 $d_{2[i]}$ を求める (ステップ S 24、図 1

$$\theta_{2[i]} = \Delta \theta_2 \times i$$

本実施の形態では $\Delta \theta_2$ を 1 度とし、 $i = 1, 2, \dots, 360$ の範囲で $d_{2[i]}$ を計算する。

【0055】求めた $d_{2[i]}$ を要素とするベクトルを作成

$$(d_{2[1]}, d_{2[2]}, \dots, d_{2[360]})$$

複数の画像を分類する際には、先ず各画像に対して本手法を適用し、それぞれの画像に対応した特徴ベクトルを取得する。次に、取得した特徴ベクトルを用いて教師無し分類を行い、この結果を画像の分類結果として採用する。

【0057】教師無し分類手段としては特に手法を選ばないが、本実施の形態では音声認識の分野で良く用いられる手法である LBG 法 (LBG アルゴリズムに基いた k -平均法) を改良したものを使用する。この処理は、全てのデータ空間が所定の条件を満たすようになるまで、データ空間の 2 分割を繰り返すものである。以下に手順を示す。

【0058】1. 全特徴ベクトルを 1 つのデータ空間に置く。

【0059】2. データ空間に含まれる特徴ベクトルの平均ベクトルを求め、これをそのデータ空間における中心ベクトル v_c とする (ステップ S 25)。

【0060】3. データ空間に含まれる特徴ベクトルの

(9) で表現される変換である。

【0044】

【数 2】

(9)

して、速度面で極めて効率的である。

【0048】次に、平面 P_2 上の各点について投影された点数を集計して頻度分布を作成する (ステップ S 22)。これにより図 9 に示すような 2 次元的な頻度分布が得られる。図中、 R' 、 G' 、 B' はそれぞれ、R 軸、G 軸、B 軸を平面 P_2 に投影した像である。

【0049】次に、平面 P_2 上の 2 次元頻度分布に閾値処理を行い (ステップ S 23)、頻度が閾値よりも大きな点には 1、閾値以下の点には 0 の値を与える (図 10)。但し、閾値 t_2 は以下の式 (10) に基いて決定されるものとする。

【0050】

(10)

1 参照)。この時、前述のように、RGB 色空間を輝度、彩度、色相空間として扱った場合、原点から最も離れた非零画素は、各色相方向における彩度が最大の点に対応している。従って距離 $d_{2[i]}$ を計算する事は、各色相方向の最大彩度を求める事に相当する。

【0053】角度方向の指定には式 (11) を用いる。

【0054】

(11)

し、特徴ベクトルとする (式 (12))。本実施の形態では特徴ベクトルは 360 次元となる。

【0056】

(12)

集合を主成分分析し、分布の主軸と主軸方向の分散 σ を求める。説明の為、主軸方向の単位ベクトルを v_e と表現する (ステップ S 26)。

【0061】4. 主軸方向の分散 σ が所定の最大値 σ_{\max} より大きい場合は、次のようにしてデータ空間を 2 分割する (ステップ S 27)。

【0062】(1) 分割後の 2 つのデータ空間の中心ベクトルを以下の式 (13) により求める。

【0063】

【数 3】

$$v_c \pm \beta \sqrt{\sigma} v_e$$

(13)

ここで β は係数であり、用途に応じて予め適切な値を選択しておく。

【0064】(2) 分割前のデータ空間に含まれる各特徴ベクトルについて、2 つの中心ベクトルまでの距離を求め、近い方の中心ベクトルを有するデータ空間に振り分ける。

【0065】5. 全ての特徴ベクトルについて、所属す

るデータ空間を更新する。

【0066】6. 各データ空間について、2～5の分割処理を繰り返す。この間、分割するデータ空間が無くなった（全てのデータ空間について $\sigma < \sigma_{\max}$ ）かどうかを判断し（ステップS28）、YESの場合には本処理を終了する。

【0067】上記1から6の処理結果として得られたデータ空間にそれぞれ対応する画像グループを用意し、特徴ベクトルとデータ空間との帰属関係に従って各画像の属するグループを決定する。以上でグループ分類処理は完了する。

【0068】本実施の形態に記載の手法では、画像の持つ輝度情報を特徴量に含まない為、輝度変動や輝度ムラに対して極めて頑強である。また、量子化された各色相方向の最大彩度を特徴として用いている為、無彩色である照明光の影響を排除し、画像の持つ色情報を適切に反映させた分類結果を得ることができる。加えて、表色系の変換と投影処理の工夫により、第1実施形態と比較して処理が大幅に高速化される。

【0069】（第3実施形態）以下に、図面を参照して本発明の第3実施形態を詳細に説明する。第3実施形態は、各空間における画素の分布を主成分分析し、その主成分方向に垂直な平面に画素を投影するものである。図12は、第3実施形態の処理の手順を示している。ここでは、対象画像として各画素がRGBの3成分からなるカラー画像を用い、R、G、Bの各成分値は独立に0から255までの整数値を取るものとする。また、画像の幅をW₃画素、高さをH₃画素とする。まず、各画素をR、G、Bの3変数からなる多変量ベクトルと見做し、

$$\theta_{3[i]} = \Delta \theta_3 \times i$$

本実施の形態では、 $\Delta \theta_3$ を1度とし、 $i = 1, 2, \dots, 360$ の範囲で $d_{3[i]}$ を計算する。

【0076】求めた $d_{3[i]}$ を要素とするベクトルを作成し、これを特徴ベクトルとする（ステップS35、式

$$(d_{3[1]}, d_{3[2]}, \dots, d_{3[360]})$$

この後、第2実施形態と同じ処理により、教師無し画像分類を行なう（ステップS36～S39）。勿論、ここで求めた特徴量を用いて、第1実施形態のような教師付き分類を行なうことも可能である。

【0078】本実施の形態に記載の手法では、主成分に垂直な平面へ投影を行うことで、輝度軸が予め明らかでない場合でもそれを推定しつつ投影を行うことができる。また、扇形の区間内の頻度の総和を求めて特徴ベクトルを生成することで、画素数が少なく平面への投影結果が密な塊状になっていない場合にも有効な特徴量を得ることができる。

【0079】

【発明の効果】本発明によれば、輝度変動の影響を受け難く、照明ムラや標本のバラつきに因る輝度ムラに対して頑強な画像の分類方法を提供することができる。

RGB色空間に含まれる全画素を主成分分析する（ステップS31）。第2主成分と第3主成分の張る平面P₃を考える。平面P₃は、主成分の定義より第1主成分に垂直である。

【0070】次に、対象画像に含まれる全ての画素について、RGB色空間から平面P₃への投影を行う（ステップS32、図13を参照）。この時、平面P₃の原点は、第1主成分との交点に定める。主成分の方向と輝度軸は概略一致するため、RGBの撮像感度が異なっている場合等、輝度軸の方向が明らかでない場合でも、主成分に垂直な平面に投影することで、輝度軸に垂直な平面に投影したのと同様の効果を得ることができる。

【0071】次に、平面P₃上の各点について投影された点数を集計して頻度分布を作成する（ステップS33）。これにより図14に示すような2次元的な頻度分布が得られる。図中、R'、G'、B'はそれぞれ、R軸、G軸、B軸を平面P₃に投影した像である。

【0072】次に、平面P₃上の2次元頻度分布に係数 $1/(W_3 \times H_3)$ を乗じて正規化する（ステップS34）。頻度分布の各点の値は、区間[0, 1]の実数値となる。

【0073】次に、平面P₃においてR'軸を基準とした所定の角度方向 $\theta_{3[i]}$ 毎に扇形の区間を設け、 $\theta_{3[i]}$ から $\theta_{3[i+1]}$ までの区間における頻度分布の総和 $d_{3[i]}$ を求める（図15参照）。

【0074】角度方向の指定には以下の式（14）を用いる。

【0075】

$$(14)$$

（15）。本実施の形態では特徴ベクトルは360次元となる。

【0077】

$$(15)$$

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態において、教師データの記録の詳細を説明するためのフローチャートである。

【図2】本発明の第1実施形態において、テスト画像の類似判定の詳細を説明するためのフローチャートである。

【図3】平面P₁への投影を表わす図である。

【図4】平面P₁上での頻度分布を示す図である。

【図5】平面P₁上での頻度分布を2値化した結果を示す図である。

【図6】平面P₁における角度方向の指定を表わす図である。

【図7】本発明の第2実施形態の処理の手順を説明するためのフローチャートである。

【図8】平面P₂への投影を表わす図である。

【図 9】平面 P_2 上での頻度分布を示す図である。

【図 10】平面 P_2 上での頻度分布を 2 値化した結果を示す図である。

【図 11】平面 P_2 における角度方向の指定を表わす図である。

【図 12】本発明の第 3 実施形態の処理の手順を説明するためのフローチャートである。

【図 13】平面 P_3 への投影を表わす図である。

【図 14】平面 P_3 上での頻度分布を示す図である。

【図 15】平面 P_3 における角度方向の指定を表わす図 10 S 1 8 平均・共分散行列計算である。

【符号の説明】

S 1、S 1 1 RGB 色空間から (L^*, a^*, b^*) 空間への変換

S 2、S 1 2 色空間投影

S 3、S 1 3 頻度分布作成

S 4、S 1 4 閾値処理

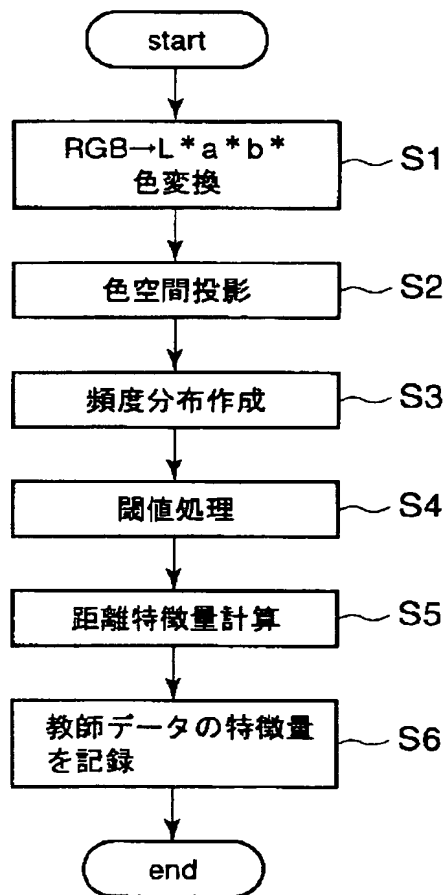
S 5、S 1 5 距離特徴量計算

S 1 6 マハラノビス距離計算

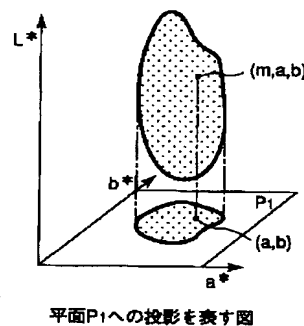
S 1 7 類似判定

S 1 8 平均・共分散行列計算

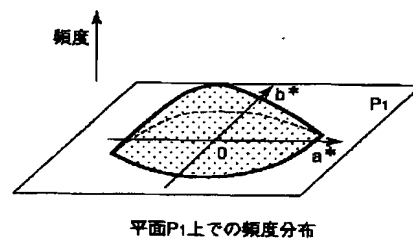
【図 1】



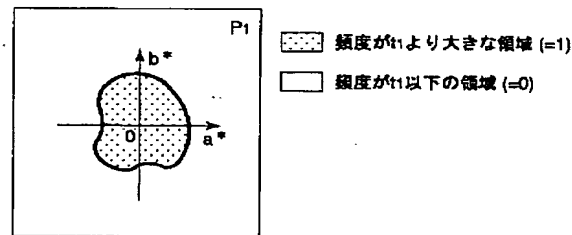
【図 3】



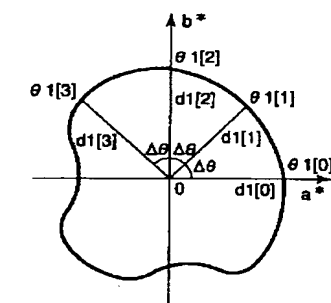
【図 4】



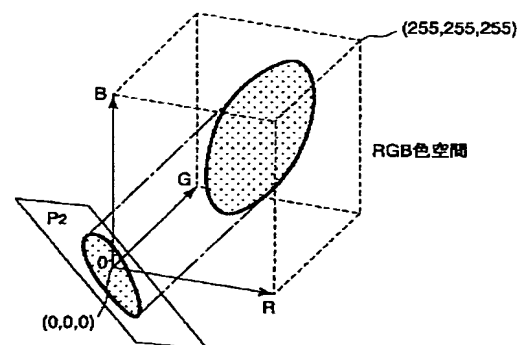
【図 5】



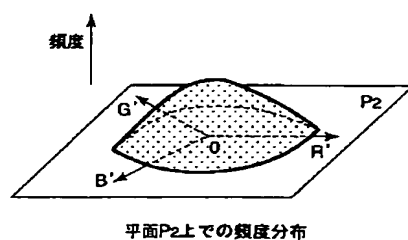
【図 6】



【図 8】



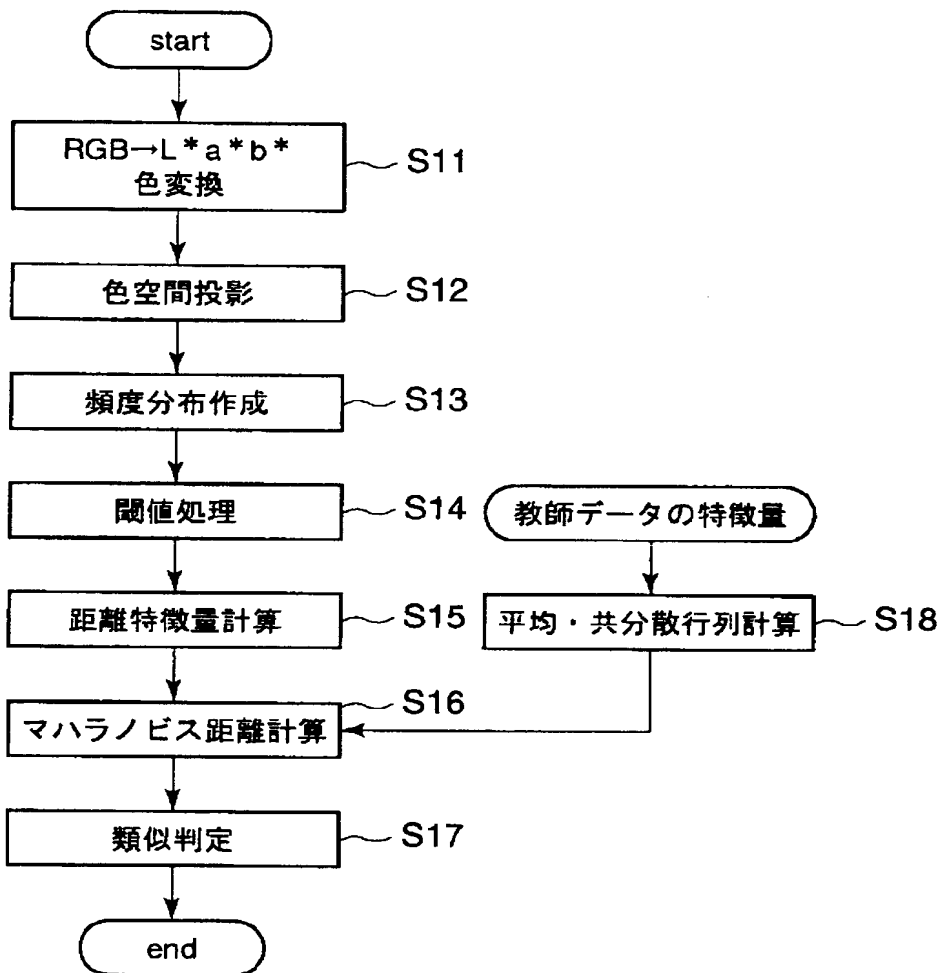
【図 9】



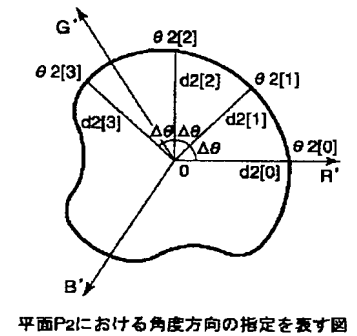
平面 P_1 における角度方向の指定を表す図

平面 P_2 への投影を表す図

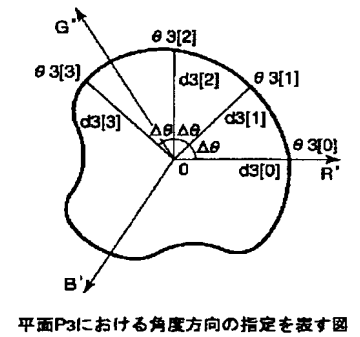
【図 2】



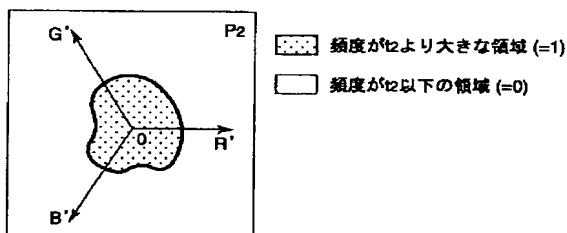
【図 1 1】



【図 1 5】

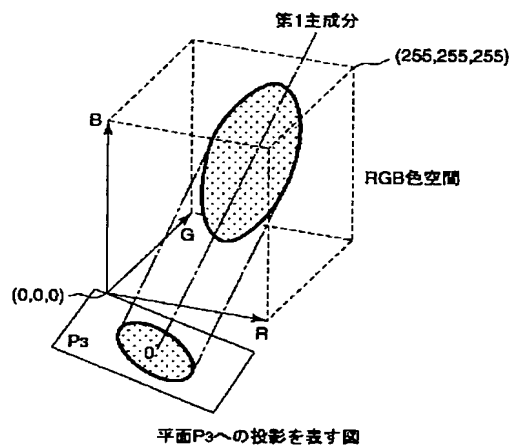


【図 1 0】

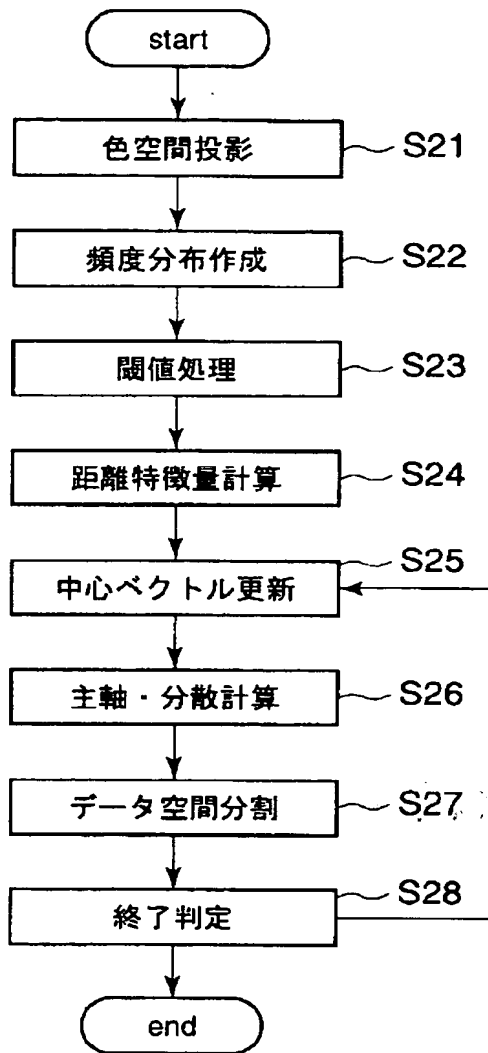


平面P2上での頻度分布を2値化した結果

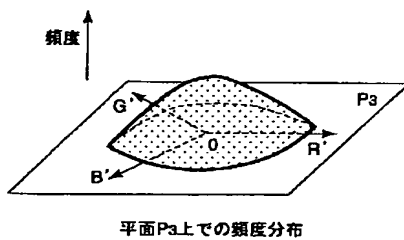
【図 1 3】



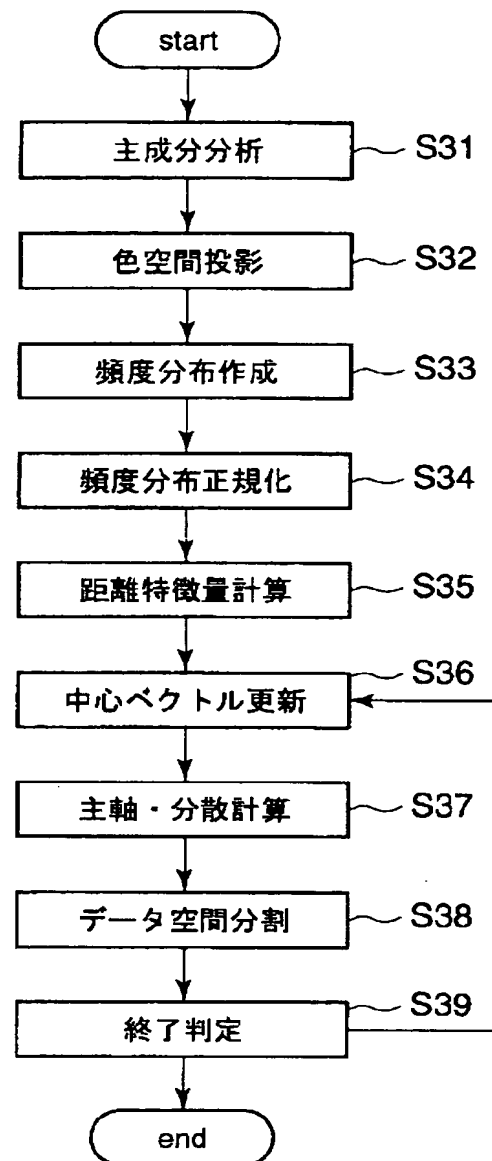
【図 7】



【図 14】



【図 12】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷

G 0 6 F 17/30

識別記号

2 1 0

F I

G 0 6 F 17/30

テーマコード(参考)

2 1 0 D

THIS PAGE BLANK (USPTO)